

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-176579

(43)Date of publication of application : 30.06.1998

(51)Int.Cl. F02D 41/14
F02D 9/02
F02D 45/00
G05B 13/02

(21)Application number : 08-336536

(71)Applicant : AISAN IND CO LTD
TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 17.12.1996

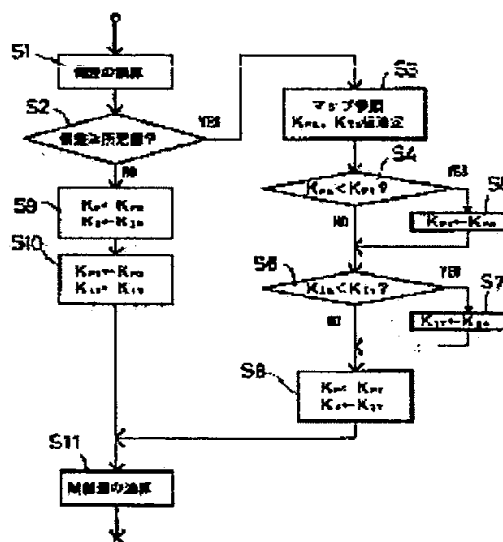
(72)Inventor : ISHIDA KATSUMI
TAKAMATSU KOJI
MAKISAKO HIROYUKI
KITAMURA TAKAMASA
KIKORI SHIGEO

(54) THROTTLE VALVE CONTROLLER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make a response when a deviation between a required opening and an actual opening of a throttle valve is small with a stable convergence of the opening of the throttle when the deviation is large.

SOLUTION: This controller prepares a map for giving a large value to a proportional gain and an integral gain when a deviation is small and provisionally determines both gains with reference to the map if a throttle valve is in a transitional state when the deviation is given (S3) and compares the provisionally determined gains with the gains used in a previous cycle and selects the smaller gains (S4 to S7) and calculates a drive signal by the selected gains (S8, S11). Therefore, when a small deviation is given, large gains are used to produce a good response and, when a large deviation is given, the throttle valve is controlled by small gains even if the deviation becomes small, whereby the opening of the throttle valve is not overshoot by an excessive drive force and is stably converged.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Patent number]	3356945
[Date of registration]	04.10.2002
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of extinction of right]	

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開 号

特開平10-176579

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月30日

(51) Int. Cl. ⁸	識別記号	F I
F 0 2 D 41/14	3 2 0	F 0 2 D 41/14 3 2 0 C
9/02	3 5 1	9/02 3 5 1 M
45/00	3 4 0	45/00 3 4 0 F
G 0 5 B 13/02		G 0 5 B 13/02 B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

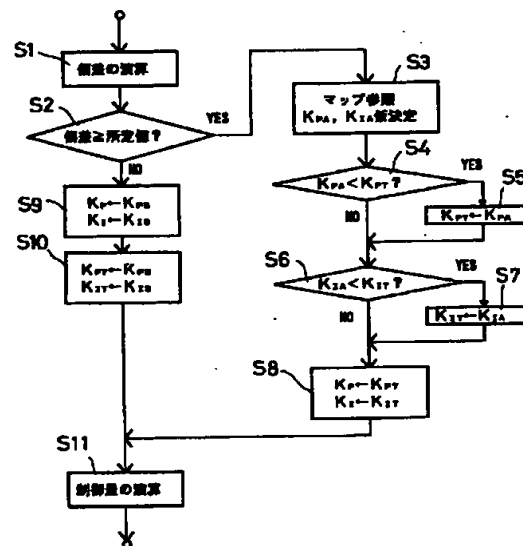
(21) 出願番号	特願平8-336536	(71) 出願人	000116574 愛三工業株式会社 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1
(22) 出願日	平成8年(1996)12月17日	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
		(72) 発明者	石田 克己 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 愛三工業株式会社内
		(72) 発明者	高松 浩司 愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 愛三工業株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 岡戸 昭佳 (外2名) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スロットルバルブ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 スロットルバルブの要求開度と実開度との偏差が小さいときの応答性と大きいときの収束安定性とを両立したスロットルバルブ制御装置を提供すること。

【解決手段】 比例ゲインと積分ゲインとについて、偏差の値が小さいほど大きい値を与えるマップを用意し、偏差が与えられたときに過渡状態であればそのマップを参照して両ゲインの値を仮決定し (S3)、前回のサイクルで使用したゲインの値と比較して値の小さいゲインを選択し (S4~S7)、選択されたゲインにより駆動信号の演算を実行することとした (S8、S11)。このため、小偏差が与えられたときには大きい値のゲインが用いられ追従性がよく、大偏差が与えられときには偏差が小さくなくても小さい値のゲインで制御されるので、駆動力過剰でオーバーシュートすることなく安定して収束する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関のスロットルバルブの要求開度と実開度との偏差に制御係数をかけた積に基づいて前記スロットルバルブの駆動信号を決定する駆動信号決定手段を有するスロットルバルブ制御装置において、前記偏差の値ごとに制御係数を出力する参照手段と、前記駆動信号決定手段で使用する制御係数を記憶する現在値記憶手段と、所定の周期で前記参照手段を参照して前記偏差の値に対応する制御係数を仮決定する仮決定手段と、前記現在値記憶手段に記憶されている制御係数と前記仮決定手段が仮決定した制御係数とを比較し、対応する前記偏差の値が大きいものにより前記現在値記憶手段の制御係数を上書きする上書き手段とを有し、前記駆動信号決定手段は、前記上書き手段により上書きされた制御係数を用いて駆動信号を決定することを特徴とするスロットルバルブ制御装置。

【請求項2】 請求項1に記載するスロットルバルブ制御装置において、前記駆動信号決定手段は、前記偏差に制御係数をかけた積を用いて前記駆動信号を決定することを特徴とするスロットルバルブ制御装置。

【請求項3】 請求項1に記載するスロットルバルブ制御装置において、前記駆動信号決定手段は、前記偏差に制御係数をかけた積の積分値を用いて前記駆動信号を決定することを特徴とするスロットルバルブ制御装置。

【請求項4】 請求項1ないし請求項3のいずれか1つに記載するスロットルバルブ制御装置において、前記偏差を所定の閾値と比較して、偏差が閾値以上である場合に過渡状態であると判定し、それ以外の場合には定常状態であると判定する状態判定手段と、前記状態判定手段により定常状態であると判定された場合に、前記偏差に所定の定常係数をかけた積に基づいて前記スロットルバルブの駆動信号を決定するとともに、前記定常係数により前記現在値記憶手段の制御係数を上書きする第2駆動信号決定手段とを有し、前記状態判定手段により過渡状態であると判定された場合に前記駆動信号決定手段による駆動信号の決定を行うことを特徴とするスロットルバルブ制御装置。

【請求項5】 請求項1ないし請求項3のいずれか1つに記載するスロットルバルブ制御装置において、前記偏差を所定の閾値と比較して、偏差が閾値以上である場合に過渡状態であると判定し、それ以外の場合には定常状態であると判定する状態判定手段と、前記状態判定手段により定常状態であると判定された場合に、前記偏差に所定の定常係数をかけた積の積分値に基づいて前記スロットルバルブの駆動信号を決定するとともに、前記定常係数により前記現在値記憶手段の制御係数を上書きする第3駆動信号決定手段とを有し、

前記状態判定手段により過渡状態であると判定された場合に前記駆動信号決定手段による駆動信号の決定を行うことを特徴とするスロットルバルブ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関のスロットルバルブを、運転者のアクセル操作により直接的に操作する代わりに、アクセル操作量以外の情報をも加味して決定された要求開度になるようにモータ等で制御する、いわゆる電子スロットル方式の制御に関する。さらに詳細には、スロットルバルブの要求開度と実開度との偏差の大小にかかわらずスロットルバルブを適切に駆動できるようにしたスロットルバルブ制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】電子スロットル方式のスロットルバルブ制御は、トラクションコントロールその他の機関制御の実現に有益であることから、近年、急速に普及が進んでいる。従来知られている電子スロットル技術の例としては、特開平7-293284号公報に記載されたものが挙げられる。同号公報に記載された制御装置は、スロットルバルブを制御する演算処理として基本的には公知のPID制御を用いている。そして、偏差が小さいときでも比例項(PIDの「P」)のみでスロットルバルブを実際に駆動できる制御信号が得られるようにするため、偏差の値が小さいときには制御係数の値を大きくするように制御係数のマップを構成している。

【0003】このように制御係数を偏差に応じて可変とすることにより、偏差が小さいときでも、積分項(PIDの「I」)が大きくなるのを待たずに比例項でスロットルバルブを駆動し、速やかに偏差を小さくすることができる。言い換えるとスロットルバルブの実開度を要求開度に近づけ収束させることができる。

【0004】このことを図5のグラフにより説明する。図5は、時刻 t 。まではスロットルバルブの要求開度と実開度とがともに a_1 で一致していた(偏差=0)が、 t_0 で要求開度がステップ状に少し(1°)大きくなって a_2 となった場合(カーブ k)の過渡動作を示している。このとき、制御係数が固定であると偏差が大きい場合と同じ制御係数を使用しなければならないので、

(b)のカーブ m に示すように比例項の制御信号が、 b_1 にしか達しない。この b_1 は、モータにスロットルバルブを実際に駆動できる最低限のトルクを発生させる制御信号 b 、より小さい。このため実開度は、(a)のカーブ m に示すように積分項が効いてくるまでは a_2 のまま変化せず、時刻 t_2 に至ってようやく要求開度 a_2 に収束する。すなわち、偏差が小さい場合の応答性がよくないのである。

【0005】これに対して制御係数を可変とし、偏差の値が小さいときには大きい値の制御係数を使用するようにすると、(b)のカーブ n に示すように比例項の制御

信号が b_1 より大きい b_2 に達する。このため実開度は、(a)のカーブnに示すように直ちに變化し始め、時刻 t_1 には要求開度 a_1 に収束するのである。すなわち、偏差が小さい場合でも応答性がよいのである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記した従来のスロットルバルブ制御では、偏差の値が小さい場合から大きい場合までわたる広い範囲で安定した過渡特性（応答性もその1つである）を得ることはできない。このため、偏差が大きい場合に別の問題点が生じて

しまう。
【0007】このことを図6のグラフにより説明する。図6は、時刻 t_1 まではスロットルバルブの要求開度と実開度とがともに a_1 で一致していた（偏差=0）が、 t_1 で要求開度がステップ状に大幅に（4°）大きくなって a_2 となった場合（カーブh）の過渡動作を示している。このとき、偏差の値が大きいので比例項の制御信号が直ちに、 b_1 より大きい b_2 に達し、スロットルバルブが要求開度 a_2 に向けて動き始めることになる。ここで制御係数が固定であると、偏差の値が小さくなるにつれて制御信号も順調に小さくなるので、カーブmに示すように、実開度がオーバーシュートすることなく a_2 に収束する。しかし、前記したように偏差の値が小さいときには大きい値の制御係数を使用するような可変制御を行っていると、偏差の値が小さくなくても制御信号がなかなか小さくならないので、モータやスロットルバルブの慣性のため、カーブnに示すように、実開度が a_2 を超えてしまう（オーバーシュート）。このオーバーシュートにより実開度が無用に振動するので、機関回転数が上下を繰り返す等、運転状態の不安定が生ずる。

【0008】このことは、従来のスロットルバルブ制御では、偏差が小さい場合の応答性と偏差が大きい場合の収束安定性とが相反関係にあることを示している。すなわち、小偏差時の応答性を優先すると、大偏差時にはオーバーシュートが不可避となり、逆に大偏差時の収束安定性を優先すると、小偏差時には追従が遅くなるのである。なお、ここではPID制御の比例項の制御係数を用いて、偏差の大小による相反関係を説明したが、積分項の制御係数についても同様の問題がある。すなわち、偏差が小さい場合の応答性を優先し、積分項が早く効き始めるように小偏差時の制御係数を大きくすると、偏差が大きい状態から小さくなっていく状況で積分項が効きすぎてオーバーシュートを起こすのである。

【0009】本発明は、従来のスロットルバルブ制御が有する前記の問題点を解決しようとしてなされたものであり、スロットルバルブの要求開度と実開度との偏差が小さいときの応答性と大きいときの収束安定性とを両立し、運転状況の如何にかかわらずスロットルバルブを適切に駆動できるスロットルバルブ制御装置を提供することを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記課題の達成を目的としてなされた請求項1の発明は、内燃機関のスロットルバルブの要求開度と実開度との偏差に制御係数をかけた積に基づいて前記スロットルバルブの駆動信号を決定する駆動信号決定手段を有するスロットルバルブ制御装置であって、前記偏差の値ごとに制御係数を出力する参照手段と、前記駆動信号決定手段で使用する制御係数を記憶する現在値記憶手段と、所定の周期で前記参照手段を参照して前記偏差の値に対応する制御係数を仮決定する仮決定手段と、前記現在値記憶手段に記憶されている制御係数と前記仮決定手段が仮決定した制御係数とを比較し、対応する前記偏差の値が大きいものにより前記現在値記憶手段の制御係数を上書きする上書き手段とを有し、前記駆動信号決定手段は、前記上書き手段により上書きされた制御係数を用いて駆動信号を決定することを特徴として特定される。

【0011】ここで「参照手段」とは、偏差が入力されるとその値に対応する制御係数を出力することができるあらゆる手段をいう。例えば、偏差の値ごとに対応する制御係数をあらかじめ格納したマップ（あるいはテーブル）が該当する。あるいは、入力された偏差から所定の演算式により制御係数を算出するルーチンプログラムでもよい。なお、参照手段が出力する制御係数は、偏差のその時点での値そのものに対応するものであり、ヒステリシス性はない。また、「実開度」は、スロットルバルブのその時点での実際の開度の他、これに位相進み補償を施したものを含むものとする。

【0012】このスロットルバルブ制御装置では、所定の時間間隔で偏差の入力を受け（スロットルバルブの要求開度と実開度とを受けてその差を演算することを含む）、その値と制御係数とを用いて駆動信号決定手段が決定した駆動信号を出力することにより、スロットルバルブの制御が行われる。ここにおいて駆動信号決定手段が使用する制御係数は、現在値記憶手段に記憶されているものである。偏差が入力されると、仮決定手段により参照手段が参照され、入力された新たな偏差の値に対応する制御係数が仮決定される。次に上書き手段により、現在値記憶手段に記憶されている制御係数と、仮決定された制御係数とが比較される。そして、両制御係数のうち、対応する偏差の値が大きいものが選択されてその制御係数で現在値記憶手段の制御係数が上書きされる。すると駆動信号決定手段により、上書きされた現在値記憶手段の制御係数と偏差の値との積が演算され、これに基づいて駆動信号が決定される。

【0013】したがって、偏差の値が大きい状態から小さくなっていくとき、すなわち実開度が要求開度に近づいていく状況では、初期に仮決定された、大きい値の偏差に対応する制御係数が使用され続けることになる。このため、小偏差時の応答性向上等の目的で小さい値の偏

差に対しては大きい値の制御係数を対応させているような場合でも、偏差の値が大きい状態から小さくなっていくときに、駆動信号が過剰となることはなく、オーバーシュートが生じない。かくして、偏差の大小による相反関係が解消されている。

【0014】このスロットルバルブ制御装置によって決定された駆動信号を、内燃機関のスロットルバルブに連結されたモータ（DCモータ等）に入力すると、駆動信号によってモータがトルクを発生し、スロットルバルブが要求開度になるように開度制御がなされる。

【0015】また、請求項2の発明は、請求項1に記載するスロットルバルブ制御装置であって、前記駆動信号決定手段が、前記偏差に制御係数をかけた積を用いて前記駆動信号を決定することを特徴として特定される。

【0016】このスロットルバルブ制御装置では、駆動信号決定手段による駆動信号の決定は、偏差に制御係数をかけた積を用いて行われる。したがって、小偏差時の応答性向上等の目的で小さい値の偏差に対しては大きい値の制御係数を対応させているような場合において、偏差の値が大きい状態から小さくなっていく状況では、初期に仮決定された値の小さい制御係数が、偏差が小さくなっても使用され続ける。このため、駆動信号が過剰となることはなくオーバーシュートが生じない。

【0017】このように偏差に制御係数をかけた積を用いて駆動信号を決定する制御の代表例としては、PID制御の比例項（P）がある（残る項は積分項（I）および微分項（D）である）。したがってPID制御の比例項にかかる制御手法を適用すれば、積分項に頼らず比例項のみでも偏差の大小による相反関係の解消が実現できる。

【0018】また、請求項3の発明は、請求項1に記載するスロットルバルブ制御装置であって、前記駆動信号決定手段が、前記偏差に制御係数をかけた積の積分値を用いて前記駆動信号を決定することを特徴として特定される。

【0019】このスロットルバルブ制御装置では、駆動信号決定手段による駆動信号の決定は、偏差に制御係数をかけた積の積分値を用いて行われる。したがって、小偏差時の応答性向上等の目的で小さい値の偏差に対しては大きい値の制御係数を対応させているような場合において、偏差の値が大きい状態から小さくなっていく状況では、初期に仮決定された値の小さい制御係数が、偏差が小さくなっても使用され続ける。このため、駆動信号が過剰となることはなくオーバーシュートが生じない。

【0020】このように偏差に制御係数をかけた積の積分値を用いて駆動信号を決定する制御の代表例としては、PID制御の積分項がある。したがってPID制御の積分項にかかる制御手法を適用すれば、偏差の大小による相反関係の解消が実現できる。なお、請求項2と請求項3とを組み合わせると、PID制御の比例項と積分項

との双方にかかる制御手法を適用してもよいことは当然である。その場合には、偏差の大小による相反関係をさらに高い次元で解消できる。

【0021】また、請求項4の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれか1つに記載するスロットルバルブ制御装置であって、前記偏差を所定の閾値と比較して、偏差が閾値以上である場合に過渡状態であると判定し、それ以外の場合には定常状態であると判定する状態判定手段と、前記状態判定手段により定常状態であると判定された場合に、前記偏差に所定の定常係数をかけた積に基づいて前記スロットルバルブの駆動信号を決定するとともに、前記定常係数により前記現在値記憶手段の制御係数を上書きする第2駆動信号決定手段とを有し、前記状態判定手段により過渡状態であると判定された場合に前記駆動信号決定手段による駆動信号の決定を行うことを特徴として特定される。

【0022】また、請求項5の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれか1つに記載するスロットルバルブ制御装置であって、前記偏差を所定の閾値と比較して、偏差が閾値以上である場合に過渡状態であると判定し、それ以外の場合には定常状態であると判定する状態判定手段と、前記状態判定手段により定常状態であると判定された場合に、前記偏差に所定の定常係数をかけた積の積分値に基づいて前記スロットルバルブの駆動信号を決定するとともに、前記定常係数により前記現在値記憶手段の制御係数を上書きする第3駆動信号決定手段とを有し、前記状態判定手段により過渡状態であると判定された場合に前記駆動信号決定手段による駆動信号の決定を行うことを特徴として特定される。

【0023】請求項4または請求項5のスロットルバルブ制御装置では、偏差が入力されると、仮決定手段により参照手段が参照される前にまず状態判定手段により、入力された偏差の値が所定の閾値と比較され、過渡状態か定常状態かの判定がなされる。すなわち、偏差が閾値以上である場合には過渡状態であると判定され、それ以外の場合には定常状態であると判定される。過渡状態であると判定された場合には前記のように、仮決定手段により入力された偏差に対応する制御係数が仮決定され、上書き手段により現在値記憶手段の制御係数との比較がなされ、選択された制御係数で現在値記憶手段が上書きされ、その制御係数と偏差の値とを用いて駆動信号決定手段により駆動信号が決定される。

【0024】定常状態であると判定された場合には、これと異なり第2駆動信号決定手段（請求項4）または第3駆動信号決定手段（請求項5）による駆動信号の決定がなされる。請求項4の場合の駆動信号は、当該偏差の値に所定の定常係数をかけた積に基づいて決定される。請求項5の場合の駆動信号は、当該偏差の値に所定の定常係数をかけた積の積分値に基づいて決定される。そしてそれらの際、現在値記憶手段の制御係数が定常係数で

上 させられる。このため、その後定常状態から過渡状態に移行したときに駆動信号決定手段による処理が適切に行われる。

【0025】これらの場合において「定常係数」は、参照手段が出力する制御係数であって特定の偏差（例えば最も小さい値の偏差）に対応するものと同一の値でもよい。あるいは、独自の値でもよい。なお、請求項4と請求項5とを組合せて、定常状態の処理にも比例項と積分項とを併用するようにしてもよい。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る実施の形態を図面に基いて詳細に説明する。本実施の形態は、自動車用ガソリンエンジンのいわゆる電子スロットルを制御するスロットルバルブコントローラである。

【0027】まず、電子スロットルの基礎事項を説明する。電子スロットルは図1に示すように、エンジンへの吸気通路である吸気管14の吸気抵抗を調整するスロットルバルブ11と、このスロットルバルブ11と同軸に設けられたDCモータ12および開度センサ13とにより構成されている。そしてDCモータ12および開度センサ13は、スロットルバルブコントローラ1と要求開度決定部30とを有するエンジンコントロールユニット（ECU）10に接続されている。DCモータ12は、スロットルバルブコントローラ1から駆動信号を受けてスロットルバルブ11を軸周りに回転させてその開度を変更させるものである。そして開度センサ13は、スロットルバルブ11の実際の開度を検知してこれをスロットルバルブコントローラ1に報知するものである。なおスロットルバルブ11は、図示しないがリタースプリングにより閉じ側に付勢されるようになっている。

【0028】ここにおいてスロットルバルブ11は、アクセルペダルとワイヤ等の機械的手段によっては連結されていない。そのかわりに、アクセルペダル踏み込み量その他の信号を受ける要求開度決定部30で決定した要求開度になるよう、スロットルバルブコントローラ1から駆動信号を受けるDCモータ12によって駆動されるようになっている。要求開度決定部30は、公知のCPU等により構成されるマイコンであって、入力される各種信号に基づいてスロットルバルブ11の要求開度を算出し、スロットルバルブコントローラ1へ向けて出力するものである。要求開度決定部30に入力される各種信号には、アクセルペダル踏み込み量、エンジン冷却水温やエンジン回転数、自動変速機の変速状況等が含まれている。冷間時のファストアイドルや変速時の回転合わせ、中間出力時の希薄燃焼制御、あるいはトラクションコントロール等、アクセルペダルの動きと必ずしも関係しない出力制御をバイパス路なしで可能とするためである。

【0029】スロットルバルブコントローラ1は、図2に示すように、公知のCPU、ROM、RAM等を組み

合わせて構成されたマイコンである。CPU2は、開度センサ13から入力されるスロットルバルブ11の実開度の信号と、要求開度決定部30から入力されるスロットルバルブ11の要求開度の信号と、に基づいて駆動信号を算出し、DCモータ12へ向けて出力する演算処理装置である。なお図2には示していないが、これらの信号の授受は適切なインターフェースを介して行われるようになっている。そしてCPU2には、ROM3とRAM4とが付設されている。ROM3には、CPU2での演算処理の実行上必要な種々のプログラム類や、参照データ類等があらかじめ準備されて格納されている。RAM4は、CPU2での演算処理の実行中に現れる数値等を一時的に記憶して随時読み出すためのものである。なお、図1および図2ではスロットルバルブコントローラ1と要求開度決定部30とを別々のマイコンであるように示したが、これらの機能を1つのマイコンにまとめてもよい。

【0030】続いて、スロットルバルブコントローラ1により実行されるスロットルバルブ制御を説明する。スロットルバルブコントローラ1では、入力された実開度の信号と要求開度との信号との偏差Gを算出し（符号を含む）、この偏差Gに基づいて、比例項Pと積分項Iと微分項Dとの和により駆動信号を演算するいわゆるPID制御を行う。そのサイクルタイムは約2ミリ秒であり、偏差Gに基づくスロットルバルブ11の駆動が1秒間に500回程度行われる。このうち微分項Dについては、本願にて特徴点とするところではないので、以下の説明ではこれを無視することとする。具体的には微分項Dのゲイン（制御係数）が0に固定されているものとする。そこで比例項Pおよび積分項Iについて説明する。

【0031】比例項Pは、偏差Gと比例ゲイン K_p との積 $G \cdot K_p$ として計算される。また積分項Iは、偏差Gと積分ゲイン K_i との積の積分値 $\Sigma (G \cdot K_i)$ として計算される。ここで積分値とは、スロットルバルブ11が最後に実際に駆動されたサイクルから現サイクルまでの $G \cdot K_i$ の積算値をいう。そして比例ゲイン K_p の値と積分ゲイン K_i の値とは、偏差Gの値に応じていくつかの代表値がROM3にマップとしてあらかじめ用意されている。そのマップの内容を表1に示す。表1のマップでは、4水準の偏差Gに対し各ゲインの代表値を定めている。定められている値は、比例ゲイン K_p と積分ゲイン K_i とのいずれでも、値の大きい偏差Gに対応するものほど小さくなっている。

【0032】

【表1】

偏差	0.1°	1°	10°	40°
比例ゲイン	6	4	3	2
積分ゲイン	4	3	2	1

【0033】かかる比例項Pと積分項Iとによる駆動信号の演算処理の手順を、図3のフローチャートにより説明する。このフローチャートは、1サイクル分の処理を示している。

【0034】(S1、S2) まず、スロットルバルブ11の状態が、定常状態であるか過渡状態であるかの判断が行われる。実開度が要求開度にかなり近く(偏差が小さい)スロットルバルブ11を大きく動かす必要がない定常状態と、偏差がある程度大きい場合スロットルバルブ11を大きく動かす必要がある過渡状態とでは演算処理の内容に違いがあるからである。このため、その時点での実開度の信号と要求開度の信号との偏差Gが演算され(S1)、その偏差Gが所定の閾値 G_{TH} と比較される(S2)。閾値 G_{TH} は、0.1°程度の小さい値であり、その値はROM3にあらかじめ用意されている(以下、0.1°として説明する)。偏差Gが閾値 G_{TH} 以上である場合にはS3以下の過渡状態の処理へ進み(S2: Yes)、偏差Gが閾値 G_{TH} より小さい場合にはS9以下の定常状態の処理へ進む(S2: No)。

【0035】(S3) 過渡状態の処理に入るとまず、表1のマップが参照され、その時点での偏差Gに対応する比例ゲインおよび積分ゲインの値が仮決定される。この仮決定は、図4に示すように、表1に規定された代表値を用いて直線補間により行われる。ただし両端では、最も近い代表値がそのまま使用される。仮決定された両ゲインの値は、 $K_{P,A}$ 、 $K_{I,A}$ としてRAM4に書き込まれる。

【0036】(S4、S5) 両ゲインの値が仮決定されたら、まず比例ゲインについて、仮決定した値を選択するか否かの決定が行われる。このため、S3で書き込まれた値 $K_{P,A}$ と前回のサイクルで使用した値 $K_{P,T}$ との比較が行われる(S4)。値 $K_{P,T}$ は、RAM4に保存されている。値 $K_{P,A}$ が値 $K_{P,T}$ より小さい場合には(S4: Yes)、 $K_{P,A}$ の値で $K_{P,T}$ を上書きして(S5)、S6へ進む。値 $K_{P,A}$ が値 $K_{P,T}$ 以上である場合には(S4: No)、S5を経由しないで直接S6へ進む。このことは、S3で新たに仮決定した比例ゲインが前回のサイクルで使用した比例ゲインより小さい場合に限り新たな値が選択され、そうでない場合には前回のサイクルで使用した値が引き続き選択されることを意味する。

【0037】なお、S4での比較においては、値 $K_{P,A}$ と値 $K_{P,T}$ とを直接比較する代わりに、それぞれの対応する偏差Gを比較してもよい。ただしその場合は大小関係が逆となる。すなわち、値 $K_{P,A}$ に対応する偏差Gが値 $K_{P,T}$ に対応する偏差Gより大きい場合にS4: Yesと判断されてS5の上書きがなされ、値 $K_{P,A}$ に対応する偏差Gが値 $K_{P,T}$ に対応する偏差G以下である場合にS4: Noと判断されて直接S6へ進む。

【0038】(S6、S7) 同様に積分ゲインについても、S3で仮決定した値を選択するか否かの決定が行わ

れる。このためS4と同様に、S3で書き込まれた値 $K_{I,A}$ と前回のサイクルで使用した値 $K_{I,T}$ との比較が行われる(S6)。値 $K_{I,T}$ は値 $K_{P,T}$ と同様、RAM4に保存されている。値 $K_{I,A}$ が値 $K_{I,T}$ より小さい場合には(S6: Yes)、 $K_{I,A}$ の値で $K_{I,T}$ を上書きして(S7)、S8へ進む。値 $K_{I,A}$ が値 $K_{I,T}$ 以上である場合には(S6: No)、S7を経由しないで直接S8へ進む。このことは、積分ゲインについても比例ゲインの場合と同様に、S3で新たに仮決定した値は、前回のサイクルで使用した値より小さい場合に限り選択され、そうでない場合には前回のサイクルで使用した値が引き続き選択されることを意味する。なお、積分ゲインの選択の場合も、S6においてゲインの値そのものを直接比較する代わりに対応する偏差Gを比較してもよい。

【0039】(S8) S4からS7で選択された比例ゲインおよび積分ゲインの値($K_{P,T}$ 、 $K_{I,T}$)が(K_P 、 K_I)としてRAM4に保存される。RAM4に(K_P 、 K_I)の値がすでに保存されている場合には上書きされる。この K_P および K_I の値は、今サイクルの演算処理に使用する比例ゲインおよび積分ゲインとして確定した値としての意味を有する。なお、 $K_{P,T}$ および $K_{I,T}$ の値は、次のサイクルにおいてS4およびS6での比較に供するため、そのまま保存される。かくして、演算処理で使用する両ゲインの値が確定したので、S11へ進む。

【0040】(S9、S10) 前記S2で偏差Gが閾値 G_{TH} より小さい場合(S2: No)には定常状態の処理が行われる。この場合にはまず、定常状態での演算処理のための比例ゲインおよび積分ゲインの値($K_{P,S}$ 、 $K_{I,S}$)がROM3から読み出され、その値がRAM4に(K_P 、 K_I)として保存される(S9)。RAM4に(K_P 、 K_I)の値がすでに保存されている場合には上書きされる。 $K_{P,S}$ および $K_{I,S}$ の値は、ROM3にあらかじめ用意されている。具体的には、表1において偏差が0.1°である場合の両ゲインの値、すなわち偏差の値が最も小さい区間の値である。そして $K_{P,S}$ および $K_{I,S}$ の値により、 $K_{P,T}$ および $K_{I,T}$ の値も上書きされる(S10)。次のサイクルにおいて過渡状態の処理が行われる場合のためである。

【0041】(S11) 演算処理に使用する両ゲインの値(K_P 、 K_I)がS8(過渡状態)またはS9(定常状態)で確定しているので、駆動信号の演算を実行する。演算の内容は、比例項P($=G \cdot K_P$)と積分項I($=\Sigma(G \cdot K_I)$)との和を求めることである。演算して得られた駆動信号は、スロットルバルブ11を動かす制御量としての意味を有し、直接的には電圧信号の形で得られるが、オンオフのデューティ信号の形に変換されてDCモータ12へ向けて出力される。このデューティ信号を受けたDCモータ12が、必要なトルクを発生してスロットルバルブ11を駆動するのである。

【0042】かかるフローによる処理が、2ミリ秒程度

10

20

30

40

50

のサイクルタイムで反復されることにより、スロットルバルブ11の要求開度の変化に実開度を追従させる制御が実行される。

【0043】上記のフローによるスロットルバルブ11の制御を、実際の要求開度の変化状況に照らして説明する。

【0044】まず、図5に示すような、偏差Gが0であった状況から時刻t。において1°の偏差がついた状況を考える。この場合に、時刻t。以前の各サイクルにおいては、偏差Gが0であるためフロー中S2においてN

oと判断され定常状態の処理が行われている。したがってこの間、(K_r 、 K_i)および(K_{rt} 、 K_{it})の各値は、(K_{rs} 、 K_{is})に維持されている。すなわち表1によれば(6、4)である。ただし、偏差Gが0であるためS11で演算される駆動信号はリターンズプリングの付勢に抗するための積分項の残存成分である。この状態では、DCモータ12の駆動力(開方向)とリターンズプリングの付勢(閉方向)とが釣り合っており、スロットルバルブ11の開度に変化はない。

【0045】時刻t。後の最初のサイクルでは、フロー中S2においてYesと判断され過渡状態の処理にはいる。このためS3で表1が参照され、(K_{ra} 、 K_{ia})の値が(4、3)と仮決定される。これらの値は、(K_{rt} 、 K_{it})としてそれまで保存されている値より小さいので、S4、S6でそれぞれYesと判断され、(K_{rt} 、 K_{it})の値が新たな値に上書きされる(S5、S7)。すなわち、新たな値が選択される。したがって(K_r 、 K_i)の値も(4、3)に書き換えられる(S8)。そしてS11ではこれらの値と偏差Gの値(1°)とにより駆動信号が演算される。

【0046】ここで使用される両ゲインの値は、表1に見る通り、偏差Gが大きい場合の値と比べて大きい。このため、偏差Gの値が1°と小さくても、停止しているDCモータ12が動き始めるのに十分な駆動信号が、比例項Pによって得られる。したがって、積分項Iが立ち上がってくるのを待たずに直ちに、スロットルバルブ11が要求開度に向けて動き始める(カーブn)。すなわち小偏差時の応答性がよい。そしてスロットルバルブ11の実開度が要求開度に落ち着くまでこの過渡状態の処理が反復される。すなわち偏差Gの値が1°から減少し

ていく。このとき、偏差Gの減少に伴い、表1および図4に示されるようにS3で仮決定される両ゲインの値は上昇していくが、必ずS4、S6でそれぞれNoと判断されてそれまでの両ゲインの値(4、3)が選択される。そして偏差Gが0、1°を下回ると定常状態の処理に戻る。

【0047】ここで、時刻t。で生じた偏差Gの値が0、2°程度とさらに小さいと、比例ゲインの値が大きい(この場合約5、8)であっても、DCモータ12が動き始めるのに十分な駆動信号が比例項Pによって得ら

れない場合もある。しかしその場合でも、積分ゲインの値も偏差Gが大きい場合と比べて大きいので、積分項Iが早期に立ち上がり、実用上十分な応答性が得られる。

【0048】次に、図6に示すような、偏差Gが0であった状況から時刻t。において4°の偏差がついた状況を考える。この場合に時刻t。以前の各サイクルにおいては、図5の場合と同様であり、(K_r 、 K_i)および(K_{rt} 、 K_{it})の各値が(K_{rs} 、 K_{is})に維持される定常状態の処理が行われつつ、スロットルバルブ11の開度は変化していない。

【0049】そして時刻t。後の最初のサイクルで、フロー中S2にてYesと判断され過渡状態の処理にはいると、S3で表1(および図4)が参照され、(K_{ra} 、 K_{ia})の値が(3.7、2.7)と仮決定される。これらの値は、(K_{rt} 、 K_{it})としてそれまで保存されている値(6、4)より小さいので、S4、S6でそれぞれYesと判断され、(K_{rt} 、 K_{it})の値が新たな値に上書きされる(S5、S7)。すなわち、新たな値が選択される。したがって(K_r 、 K_i)の値も(3.7、2.7)に書き換えられる(S8)。そしてS11ではこれらの値と偏差Gの値(4°)とにより駆動信号が演算され、スロットルバルブ11が要求開度に向けて動き始める。このため偏差Gは4°から小さくなる。

【0050】ここで、偏差Gの値が小さくなるにつれて、S3で仮決定される(K_{ra} 、 K_{ia})の値が大きくなっていく。しかしながらこれらの値は、(K_{rt} 、 K_{it})としてそれまで保存されている値(3.7、2.7)より必ず大きいので、S4、S6でともにNoと判断され、(K_{rt} 、 K_{it})の値はそれまでの(3.7、2.7)のまま維持される。すなわちそれまでの値が選択される。(K_r 、 K_i)の値も同様に(3.7、2.7)のまま維持される(S8)。

【0051】したがって、その後偏差Gの値が図5の時刻t。と同様の1°になった時点での状況を考えて、図5の場合と比較して(K_r 、 K_i)の値が小さい分、駆動信号も小さい。このことにより、大偏差時の収束安定性が確保されている。なぜなら、図5の時刻t。での駆動信号は、停止しているDCモータ12を動き出させるほど強力な発生トルクを発生するものなので、図6の場合のようにすでにDCモータ12にある程度の角速度がついているときに同じ信号を加えると、駆動力が過剰となりカーブnのようにオーバーシュートを起こしてしまうからである。対して、小さい値のゲインを使用し続けることにより、駆動力の過剰が回避され、オーバーシュートのない安定した収束性が得られているのである(カーブm)。

【0052】この場合に(K_r 、 K_i)および(K_{rt} 、 K_{it})の各値は、偏差Gが0、1°を下回って定常状態にはいるまで、(3.7、2.7)が維持されることになる。定常状態にはいれば、(K_r 、 K_i)および(K_{rt} 、

K_{1r} の各値が前記のように (6, 4) となるのはもちろんである。したがって、大偏差が与えられて図6のカーブmのような制御がなされた後でも、一旦定常状態にはいることにより、 (K_{pr}, K_{1r}) の各値が大きい値となり、その後小偏差が与えられたときに図5のカーブnのような追従性のよい制御がなされることとなる。

【0053】なお、小偏差が与えられ図5のカーブnのような制御がなされている途中であって未だ定常状態には至っていないタイミングで大偏差が与えられた場合も、その後の動作は図6のカーブmと同様である。

【0054】以上詳細に説明したように本実施の形態においては、過渡状態の処理において偏差Gの値により参照される両ゲインの値を、大きい値の偏差Gに対応するものほど小さくし (表1)、各サイクルにおいてその時点での偏差Gに対応する両ゲインの値を仮決定するとともに (K_{ps}, K_{1s}) 、その値と前サイクルで使用した値 (K_{pr}, K_{1r}) とを比較し、値の小さい方を選択して (K_p, K_1) 、演算処理に使用することとしている。このため、小さい偏差が与えられた場合には、大きい値のゲインによる制御がなされ、停止しているスロットルバルブ11に強い駆動力が加えられ、実開度が速やかに要求開度に向けて変化することになる。その一方、大きい偏差が与えられた場合には、小さい値のゲインによる制御が、偏差が小さくなくても続行されるので、すでに動いているスロットルバルブ11に強い駆動力がかかってオーバーシュートを招く事態が避けられている。かくして、小偏差時の応答性の要求と、大偏差時の収束安定性の要求とが高水準で両立された、すぐれたスロットルバルブ制御を行うことができる。

【0055】また、各サイクルにおいて偏差Gの値が与えられると、まずそれを所定の閾値 G_{rs} と比較して定常状態か過渡状態かの判断を行い、定常状態であった場合は定常状態に固有のゲインの値 (K_{ps}, K_{1s}) で演算処理を行うこととしている。そしてこの際に (K_{pr}, K_{1r}) の値も (K_{ps}, K_{1s}) で上書きすることとしたので、定常状態から過渡状態に移った際には、その偏差の大小に応じて応答性および収束安定性のよいスロットルバルブ制御を行うことができる。

【0056】さらに、上記のような制御を行うために必要なプログラム類やデータ類が、ROM3に格納されているので、必要なセンサやアクチュエータを備えたコンピュータにこのROM3を組み合わせることで、上記の制御を行うスロットルバルブ制御装置として使用することができる。

【0057】なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内で種々の改良、変形が可能であることはもちろんである。例えば前記実施の形態では、比例項Pと積分項Iとの双方について、ゲインの仮決定と選択とを含む処理を行うこととしたが、いずれか一方についてのみかかる処理を行い、

他方については従来の処理と同様の処理を行うものでもよい。あるいは、比例項Pと積分項Iとのいずれか一方のみで駆動信号を決定するものであってもよい。また、微分項Dについてはここでは使用しないこととしたが、通常行われる微分項Dの処理を加味するものであってもよい。なお、このことは、過渡状態の処理だけでなく、定常状態の処理についても当てはまる。

【0058】また、図3のフロー中のS3でマップを参照して両ゲインを仮決定する際、図4に示したような直線補間を行ったが、その代わりに偏差Gをその代表点を含む区間に分割して、その時点での偏差Gが属する区間の代表値を使用することとしてもよい。

【0059】また、図3のフロー中のS9、S10で使用する、定常状態でのゲインの値 (K_{ps}, K_{1s}) として、表1における偏差が0、1°のときの値、すなわち過渡状態のうち最も小さい偏差に対応する値を用いることとしたが、表1とは別に定常状態に特有な値をROM3に用意しておいてその値を使用するものであってもよい。

【0060】あるいは、偏差Gを算出するための実開度の信号として開度センサ13の検知信号をそのまま用いたが、例えば数1にその最も簡単な形が示されるようないわゆる位相進み補償を施して用いてもよい。数1において T_a は本来の実開度、 T_a' は前サイクルにおける実開度、 d は補償のゲイン、 D_a は位相進み補償後の実開度を示す。

【0061】

【数1】

$$D_a = T_a + d \cdot (T_a - T_a')$$

【0062】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように本発明によれば、スロットルバルブの要求開度と実開度との偏差が小さいときの応答性と大きいときの収束安定性とを高水準で両立し、運転状況の如何にかかわらずスロットルバルブを適切に駆動できるスロットルバルブ制御装置が提供されている。

【図面の簡単な説明】

【図1】電子スロットルの基本を説明する図である。

【図2】スロットルバルブコントローラの概略構成を説明する図である。

【図3】実施の形態に係るスロットルバルブコントローラによる制御処理を説明するフローチャートである。

【図4】マップを参照して仮決定されるゲインの値を示すグラフである。

【図5】小さい偏差が与えられたときのスロットルバルブの動きを説明するグラフである。

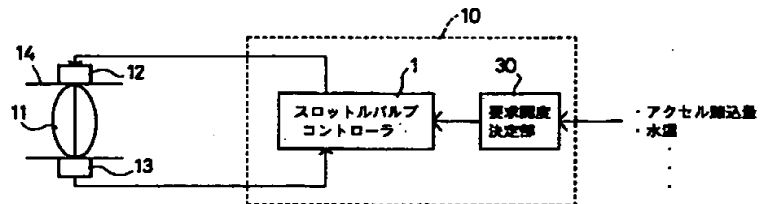
【図6】大きい偏差が与えられたときのスロットルバルブの動きを説明するグラフである。

【符号の説明】

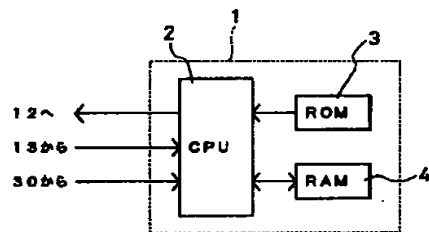
1 スロットルバルブコントローラ

- * 4 RAM
* 11 スロットルバルブ

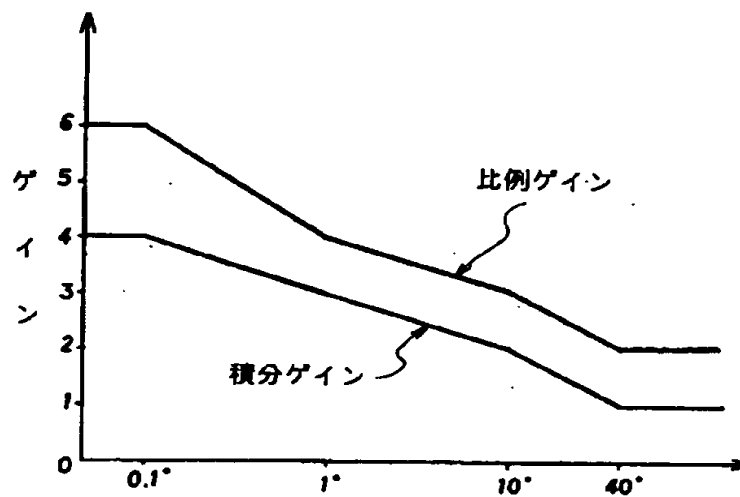
【图 1】



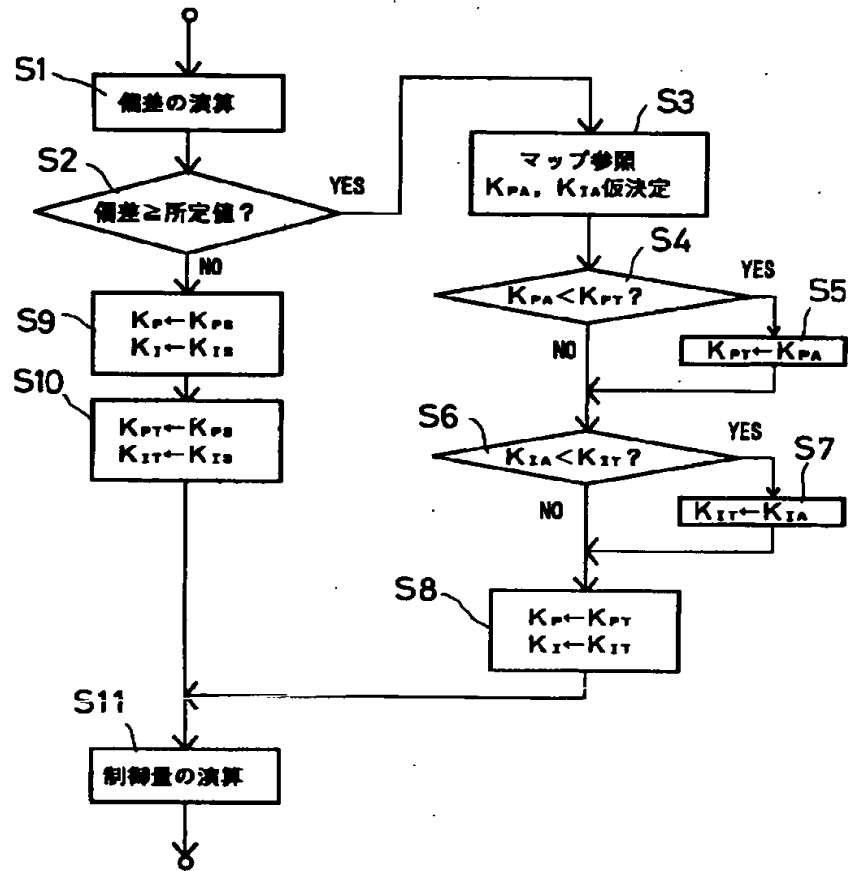
【圖2】



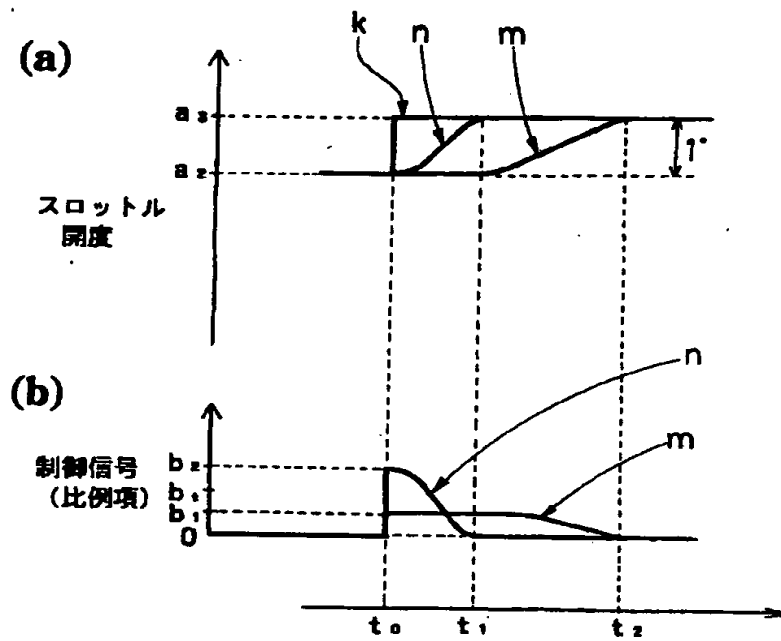
【図4】



【図3】



〔図5〕



〔図6〕

